

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(1) 特許出願公開番号  
特開2003-49213  
(P2003-49213A)

(43) 公開日 平成15年2月21日 (2003.2.21)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード(参考)
C 2 1 B	11/08	C 2 1 B	11/08 4 K 0 1 2
	13/10		13/10 4 K 0 5 1
F 2 7 D	1/00	F 2 7 D	1/00 N
	1/16		1/16 Z

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2001-212714(P2001-212714)

(22) 出願日 平成13年7月12日 (2001.7.12)

(71) 出願人 399012952

ミドレックス インターナショナル ビ  
ー、ブイ、チューリッヒ ブランチ  
スイス国 チューリッヒ ツェーハー  
8001 バンホフシュトラッセ 94

(72) 発明者 津下 修

大阪府中央区備後町4丁目1番3号 株式  
会社神戸製鋼所 大阪支社内

(74) 代理人 100067828

弁理士 小谷 悦司 (外1名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 金属鉄の製法

(57) 【要約】

【課題】 炭素質還元剤と酸化鉄とを含む混合物を、移動床型還元溶融炉の炉床上に供給して加熱し、酸化鉄を還元溶融した後、得られる金属鉄を冷却してから前記炉外へ排出して回収する金属鉄の製造において、炉床表面に金属鉄粉が埋め込まれたり、あるいはスラグ浸潤・侵食を受けたとしても容易に除去・修復できる様にし、炉床の稼働率・メンテナンス性を高めると共に長期連続操業に適した金属鉄の製法を提供すること。

【解決手段】 混合物の供給に先立って予め該炉床上に炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な更新炉床を形成しておき、操業中に劣化した該更新炉床の一部または全部を該炉床材で更新しつつ金属鉄を製造することに要旨を有する金属鉄の製法。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 炭素質還元剤と酸化鉄とを含む混合物を、移動床型還元溶融炉の炉床上に供給して加熱し、酸化鉄を還元溶融した後、得られる金属鉄を冷却してから前記炉外へ排出して回収する金属鉄の製法であって、該混合物の供給に先立って予め該炉床上に炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な更新炉床を形成しておき、操業中に劣化した該更新炉床の一部または全部を該炉床材で更新しつつ金属鉄を製造することを特徴とする金属鉄の製法。

【請求項2】 炭素質還元剤と酸化鉄とを含む混合物を、移動床型還元溶融炉の炉床上に供給して加熱し、酸化鉄を還元溶融した後、得られる金属鉄を冷却してから前記炉外へ排出して回収する金属鉄の製法であって、該混合物の供給に先立って予め該炉床上に炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な更新炉床を形成しておき、操業中に劣化した該更新炉床の上に該炉床材を層状に敷き詰めることにより、或いは劣化した該更新炉床の表面に該炉床材を供給することにより、該炉床表面を更新しつつ金属鉄を製造することを特徴とする金属鉄の製法。

【請求項3】 前記還元溶融炉の操業中に生じた前記炉床層表面の窪みに前記炉床材を充填する請求項2に記載の製法。

【請求項4】 操業中に劣化した前記更新炉床の全部または一部を定期的もしくは連続的に除去する請求項1～3のいずれかに記載の製法。

【請求項5】 前記更新炉床の厚さを調整する請求項1～4のいずれかに記載の製法。

【請求項6】 前記更新炉床を除去した後、前記炉床材を供給して前記更新炉床を更新する請求項4または5に記載の製法。

【請求項7】 前記炉床材が生成スラグに対して耐食性を有する高融点物質を含むものである請求項1～6のいずれかに記載の製法。

【請求項8】 前記炉床材が更に炭素質物質を含むものである請求項7に記載の製法。

【請求項9】 前記高融点物質がアルミナおよび／またはマグネシアを含む酸化物、あるいは炭化珪素を含むものである請求項1～8のいずれかに記載の製法。

【請求項10】 前記炉床材が更に焼結促進剤を含むものである請求項1～9のいずれかに記載の製法。

【請求項11】 炭素質還元剤と酸化鉄とを含む混合物を、移動床型還元溶融炉の炉床上に炉床材が層状に敷き詰められて形成された更新可能な更新炉床上に供給して加熱し、酸化鉄を還元溶融した後、得られる金属鉄を冷却してから前記炉外へ排出して回収する金属鉄の製法であって、操業中に劣化した該更新炉床に冷媒を供給することにより該更新炉床表面に存在する滞留溶鉄を固化せしめてから該滞留鉄と共に該炉床を除去し、更に該更新炉床の一部または全部を該炉床材で更新しつつ金属鉄を

製造することを特徴とする金属鉄の製造方法。

【請求項12】 前記更新炉床を更新する前に該炉床を軟化させる請求項1～11のいずれかに記載の製法。

【請求項13】 炉床上に前記炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な炉床を形成した後、粉状炭素質物質を含む雰囲気調整剤を層状に敷き詰めてから前記混合物を供給する請求項1～12のいずれかに記載の方法。

【請求項14】 前記雰囲気調整剤中に、前記炉床材を配合しておく請求項13に記載の製法。

【請求項15】 前記雰囲気調整剤を2層以上に敷き詰める請求項13または14に記載の製法。

【請求項16】 炉床と更新炉床の間に、或いは該更新炉床と該更新炉床の上に供給される更新炉床との間に炭材層を設ける請求項1～15のいずれかに記載の製法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は金属鉄の製法に関し、特に、石炭等の炭素質還元剤と鉄鉱石等の酸化鉄を含む混合物を、移動床型還元溶融炉の移動炉床上に供給して加熱し酸化鉄を還元溶融した後、得られた金属鉄を冷却して金属鉄を製造する際に、炉床の損傷を可及的に抑制し、あるいは損傷した炉床表面部を操業工程で修復しつつ、安定して連続操業し得る様に改善された金属鉄の製法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】還元鉄の製造方法としては、鉄鉱石等の酸化鉄と石炭などの炭素質還元剤との混合物を回転炉やストレートグレートなどの移動床型還元炉の炉床上に装入し、炉内を移動する間に炉内の輻射熱により加熱し、炭素質還元剤で酸化鉄を還元して得られた還元鉄を、スクリュウ機構など任意の排出手段によって炉床上から炉外へ排出する方法が知られている。

【0003】しかしながら混合物がペレット状などに形成された塊成物である場合、このような塊成物を炉床に装入する際に、落下衝撃などによって塊成物から発生する粉が炉床上に堆積する。そして堆積粉は塊成物と共に加熱、還元され、堆積粉は粉状の還元鉄、塊成物は粒状の還元鉄となる。粒状の還元鉄は排出スクリュウによって炉外へ排出されるのに対して、粉状の還元鉄は排出スクリュウによって炉床表面に押し込まれる。そのため、連続操業を行なうと炉床表面に押し込まれる還元粉量が増大すると共に、排出スクリュウの圧下力によって還元鉄粉が相互に結合し、炉床表面に鉄板を形成するという問題が生じていた。移動床型還元炉の場合、加熱・還元ゾーンは高温であるが、原料装入ゾーン、排出ゾーンは比較的低温であるため、炉床表面に形成された鉄板はこの様な温度差によって亀裂や反りを生じ易い。そして該鉄板が排出スクリュウに引っかかると操業停止等のトラブルの原因となっていた。

【0004】このような問題を解決する技術を本発明者ら

は既に提案（特許第3075721号）している。この技術は塊成物に随伴して炉内に混入し炉床表面上に塊成物から発生する粉を堆積させて炉床上に酸化鉄層を形成させると共に、間欠的もしくは連続的に排出装置を炉天井方向に移動させて排出装置と移動炉床表面に形成される酸化鉄層との隙間を調整しながら操業することによって、排出装置によって粉状の還元鉄が炉床表面に押し込まれることを抑止し、炉床での鉄板形成を防止すると共に、積層した還元鉄粉を定期的に削り取ることによって連続操業を可能にしている。これは炉床の表面に形成される鉄板を削り取り炉床の表面を定期的に更新・補修することで連続操業を可能にするものであるが、炉床自体を削るものではない。

【0005】また、金属鉄の製法として、酸化鉄と還元材との混合物を回転炉床などの移動床型還元溶融炉に装入し、炉内を移動する間に炉内の輻射熱により加熱し、還元材で酸化鉄を還元し、引き続き浸炭・溶融・凝集・スラグを分離した後、冷却固化して粒状の固体金属鉄を炉外へ取り出す製造方法が知られている。例えば本発明者らは特開2000-144224号において回転炉床の炉床表面に酸化鉄、炭素およびシリカ化合物からなるガラス質炉床層を形成することによって、溶融鉄による炉床の損傷を防止する技術を提案している。しかしながら操業を続けると該ガラス質層はスラグ浸潤・侵食によって劣化するため、連続した安定操業を行なうには改善の余地が残されている。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】本発明は上記の様な事情に着目してなされたものであって、その目的は炉床表面に金属鉄粉が埋め込まれたり、あるいはスラグ浸潤・侵食を受けたとしても容易に除去・修復できる様にし、炉床の稼働率・メンテナンス性を高めると共に長期連続操業に適した金属鉄の製法を提供することである。

【0007】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決することのできた本発明に係る金属鉄の製法とは、炭素質還元剤と酸化鉄とを含む混合物を、移動床型還元溶融炉の炉床上に供給して加熱し、酸化鉄を還元溶融した後、得られる金属鉄を冷却してから前記炉外へ排出して回収する金属鉄の製法であって、該混合物の供給に先立って予め該炉床上に炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な更新炉床を形成しておき、操業中に劣化した該更新炉床の一部または全部を該炉床材で更新しつつ金属鉄を製造することに要旨を有する金属鉄の製法である。

【0008】また本発明は、該混合物の供給に先立って予め該炉床上に炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な更新炉床を形成しておき、操業中に劣化した該更新炉床の上に該炉床材を層状に敷き詰めることにより、或いは劣化した該更新炉床の表面に該炉床材を供給することにより、該炉床表面を更新しつつ金属鉄を製造することに要

旨を有する金属鉄の製法である。

【0009】この方法を実施するにあたっては、前記還元溶融炉の操業中に生じた前記炉床層表面の窪みを、前記炉床材で充填して補修しつつ金属鉄を製造してもよい。

【0010】本発明においては操業中に劣化した前記更新炉床の全部または一部を定期的もしくは連続的に除去することが推奨され、前記炉床の厚さを調整することが望ましい。もちろん前記更新炉床を除去した後、前記炉床材を供給して前記更新炉床を更新することも本発明の好ましい実施態様である。前記炉床材としては生成スラグに対して耐食性を有する高融点物質を含むものが望ましく、更に前記炉床材が炭素質物質を含むものであることが好ましい。前記高融点物質がアルミナおよび/またはマグネシアを含む酸化物、あるいは炭化珪素を含むものが推奨される。本発明においては前記炉床材中に焼結促進剤を配合しておくことも好ましい実施態様である。

【0011】本発明では、炉床上に前記炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な炉床を形成した後、粉状炭素質物質を含む雰囲気調整剤を層状に敷き詰めてから前記混合物を供給することも望ましく、前記雰囲気調整剤中に、前記炉床材を配合しておくことも好ましい実施態様である。もちろん本発明においては、操業中に劣化した該更新炉床に冷媒を供給することにより該更新炉床表面に存在する滞留溶鉄を固化せしめてから該滞留鉄と共に該炉床を除去し、更に該更新炉床の一部または全部を該炉床材で更新しつつ金属鉄を製造することも望ましい。

【0012】本発明では前記更新炉床を更新する前に該炉床を軟化させてもよい。また前記雰囲気調整剤を2層以上に敷き詰めてもよい。本発明を実施するにあたっては炉床と更新炉床の間に、或いは該更新炉床と該更新炉床の上に供給される更新炉床との間に炭材層を設けてもよい。

【0013】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面を参照しながら詳細に説明していくが、それらはあくまでも代表例であって、本発明は図示例に限定されるものではない。

【0014】図1～3は移動床還元溶融炉（回転炉）の一例を示す概略説明図で、ドーナツ状の回転移動床を有するドーム型構造を有しており、図1は概略平面図、図2は図1におけるA-A線断面相当の立体断面図、図3は、理解の便のため図1における回転移動床の回転移動方向に展開して示す概略断面説明図であり、図中1は回転炉床、2は該回転炉床をカバーする炉体であり、回転炉床1は、図示しない駆動装置により適当な速度で回転駆動できる様に構成されている。

【0015】例えば図2に示す様に炉体2の壁面適所には複数の燃焼バーナ3が設けられており、該燃焼バーナ3の燃焼熱およびその輻射熱を回転炉床1上の炭素質還

元剤と酸化鉄とを含む混合物（以下、「原料混合物」ということがある）に伝えることにより、該原料混合物の加熱還元が行われる。尚、本発明では原料混合物として炭素質還元剤と酸化鉄とを含む塊成物（以下、「原料塊成物」という）を用いた例を説明するが、本発明では塊成物に限らず、粉体であってもよい。また塊成物としてはペレット状、ブリケット状など種々の形態が例示される。

【0016】図3に示す炉体2は好ましい例を示したもので、炉体2内部は仕切壁 $K_1 \sim K_3$ で還元ゾーン $Z_1$ から冷却ゾーン $Z_4$ にまで仕切られており、該炉体2の回転方向上流側には回転炉床1を臨んで原料塊成物装入手段4、雰囲気調整剤装入手段7および炉床材装入手段5が配置されると共に、回転方向最下流側（回転構造であるため、実際には装入手段5の直上流側にもなる）には排出装置6が設けられている。

【0017】この還元溶融炉を稼動するに当たっては、回転炉床1を所定の速度で回転させておき、該回転炉床1上に、原料塊成物を装入手段4から適当な厚さとなる様に供給していく。炉床1上に装入された原料塊成物は、還元・溶融ゾーン $Z_1 \sim Z_3$ を移動する過程でバーナ3による燃焼熱及び輻射熱を受け、原料塊成物中の酸化鉄と炭素質還元剤との反応で生成する一酸化炭素により酸化鉄は還元され、ほぼ完全に還元されて生成した還元鉄は、更に炭素リッチ雰囲気下で加熱されることにより浸炭して溶融し、副生するスラグと分離しながら凝集して粒状の溶融金属鉄となった後、冷却ゾーン $Z_4$ で任意の冷却手段Cで冷却されて固化し、その下流側に設けられた排出装置6によって順次掻き出される。この時、副生したスラグも同時に排出されるが、これらはホッパーHを経た後、任意の分離手段（篩目や磁選装置など）により粒状の金属鉄とスラグの分離が行われ、最終的に鉄分純度が95%程度以上、より好ましくは98%程度以上でスラグ成分含量の極めて少ない粒状の金属鉄として得ることができる。

【0018】本発明では、このような移動床型還元溶融炉を用いて高純度の金属鉄を製造する際に、特に回転炉床1を構成する炉床の保護に主眼を置く発明であるから、以下、炉床の補修、更新方法を主体にして説明する。しかし本発明が適用される移動床型還元溶融炉の構成は勿論図1～3に示した様な形状・構造のものに限定される訳ではなく、構成要素として移動タイプの炉床を含むものであれば、例えばストレートグレートタイプの如き他の全ゆる構造の移動床型還元溶融炉にも有効に活用できる。

【0019】本発明は上記の様に鉄源として鉄鉱石などの酸化鉄を含み、更に該酸化鉄の還元剤として作用する石炭などの炭素質還元剤を含む混合物を、移動床型還元溶融炉の炉床上に供給して加熱し、酸化鉄を還元溶融した後、得られる金属鉄を冷却してから炉外へ排出する金

属鉄の製造設備において、これら加熱・還元・浸炭・溶融して金属鉄製造が連続的に行われる際の支持層となる炉床を保護すると共に、原料混合物が装入される炉床表面を更新することによって安定した操業を可能にしたものである。

【0020】そして本発明の基本概念は炭素質還元剤と酸化鉄とを含む混合物を、移動床型還元溶融炉の炉床上に供給して加熱し、酸化鉄を還元溶融した後、得られる金属鉄を冷却してから前記炉外へ排出して回収する金属鉄の製法において、該混合物の供給に先立って予め該炉床上に炉床材を層状に敷き詰めて更新炉床を形成しておき、操業中に劣化した該更新炉床の一部または全部を該炉床材で更新しつつ金属鉄を製造することに要旨を有する。

【0021】図4、図5は本発明の好ましい一実施形態を示す概略断面説明図であり、操業開始時には移動床型還元溶融炉の炉床耐火物8上に、原料塊成物の供給に先立って、予め該炉床耐火物上に炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な更新炉床9を形成しておく。炉床材の装入方法については特に限定されないが、炉床を回転させながら、炉床材供給装置5を用いて該炉床耐火物上に均一な厚みで敷くことが推奨される。また炉床材を該炉床耐火物上に装入後、炉床を回転させながら、排出装置6を用いて該炉床材を均し及び圧密することにより、適度な強度と平滑性を有する更新炉床を任意の厚みで形成できるので推奨される。或いは排出装置6に代えて均し装置（図示せず）を用いてもよい。

【0022】尚、更新炉床の厚みは特に限定されないが、溶融スラグが炉床耐火物まで浸潤することを抑制し、原料塊成物装入或いは製品金属鉄およびスラグの排出動作に耐える強度を付与するには、好ましくは5mm以上、より好ましくは10mm以上とすることが推奨される。

【0023】該更新炉床の形成後、炉床を移動させながら、原料供給装置4を用いて原料塊成物Gを該更新炉床上に供給していく。該原料塊成物は、前記図1～3で説明した如く、還元溶融炉のゾーン $Z_1 \sim Z_3$ を移動する過程でバーナからの熱および輻射熱によって該塊成物中の酸化鉄は固体還元され還元鉄となった後、更に加熱されて浸炭され低融点化して溶融すると共に、該溶融鉄は副生するスラグと分離しながら相互に付着し合って凝集・成長し、比較的大きな粒状の金属鉄Feとなり、副生スラグSgに凝集して両者は分離する。そして前述したような排出装置の直上流側位置で冷却してから排出装置の設置位置まで移動させ、凝固した粒状の金属鉄FeとスラグSgを該排出装置により炉床表面から掻き出す。

【0024】このようにして金属鉄の製造が続けられるが、操業経過に伴い前記更新炉床は劣化し、安定した金属鉄の製造が継続できなくなる。更新炉床の劣化事例を図6に示す。例えば前記還元溶融過程で副生した溶融ス

ラグの一部には、前記更新炉床と接触して更新炉床内に浸潤していくものがある。また操業経過とともに、更新炉床内のスラグ浸潤量が増加して更新炉床は侵食されたり、低融点化して軟化したり、変質膨張することになり、炉床に必要な強度、平滑性を失い、安定した金属鉄の製造が継続できなくなる。さらに浸潤が進むと、前記炉床耐火物に浸潤・侵食が及ぶことになり、炉を停止して、炉床耐火物を補修せざるを得なくなる。

【0025】また、凝固した粒状の金属鉄FeとスラグSgの排出動作に伴い、金属鉄FeやスラグSgは前記排出装置によって更新炉床内に埋め込まれることがある。特に前述したような軟化した炉床に埋め込まれやすい。更新炉床内に埋め込まれたスラグSgは、炉床の回転に伴い再度炉内に移動し、高温に曝され溶融し、前記溶融スラグと同様、更新炉床を浸潤することになる。また更新炉床内に埋めこまれた金属鉄Feは、炉床の回転に伴い再度炉内に移動し、高温にさらされ溶融し、埋めこまれた金属鉄同士で合体、或いは新たに供給された原料塊成物Gから生成する金属鉄Feと合体することにより、肥大した金属鉄に成長していくことになる。さらに肥大化が進行すると、該肥大金属鉄は、前記冷却ゾーンの冷却能力では冷却固化しきれず、溶鉄のまま排出部に至ることとなり、排出装置によって炉外へ排出することが困難になる。尚、排出手段にもよるが、更新炉床内に埋めこまれやすい金属鉄FeやスラグSgは、前記溶融過程で十分に凝集・成長していない微細な金属鉄FeやスラグSgに多く見られる。

【0026】また排出動作に伴い、前記変質膨張した更新炉床が排出装置によって引っ掛けられて更新炉床の一部を剥離することがある。或いは、更新炉床内に滞留していた前記肥大鉄が除去された跡に窪みをつくることがある。このようにしてできた窪みには、前記金属鉄FeやスラグSgが溜まりやすく、前記更新炉床の浸潤や前記金属鉄の肥大化・溶鉄化を助長することになる。

【0027】本発明における更新炉床の更新は、前記のように劣化した更新炉床の機能を回復させ、安定した金属鉄の製造を継続せしめるものであり、図7～図10に更新方法の事例を示す。

【0028】図7において、9aは更新炉床9の劣化部を示す。排出装置6により金属鉄FeおよびスラグSgを炉外へ排出した後、原料塊成物Gの供給に先立ち、炉床材を更新炉床劣化部9aの表面に供給することにより、安定した金属鉄の製造を継続するものである。この時、排出装置の刃先下端は更新炉床劣化部9aの表面に位置しており、炉床の回転に伴い、該更新炉床劣化部の表層に滞留する金属鉄FeやスラグSgの一部を除去するとともに、更新炉床劣化部表面上に新たに供給された炉床材を該更新炉床劣化部表層に押し込めることにより、更新炉床劣化部の機能を回復させるものである。炉床材の装入は必ずしも連続的である必要はなく、更新炉

床劣化部の機能が回復した時点で一旦停止してよい。そしてさらなる操業経過と共に更新炉床の劣化が進行した段階で、同様の操作を繰り返せばよい。

【0029】尚、更新炉床の更新操作の際、金属鉄の製造を停止することは、稼働率低下を招くことになるが、更新炉床の劣化がひどい場合、例えば更新炉床に大きな窪みが生じた場合は、前述のごとく更新炉床の浸潤や金属鉄の肥大化・溶鉄化を大きく助長することになるので、金属鉄の製造を一旦停止してもよい。

【0030】この更新方法の場合、排出装置の刃先下端が更新炉床劣化部9aの表面に位置しているため、炉床材の多くは更新炉床劣化部に押し込まれるものを除き、排出装置によって炉外へ排出されるため、炉床材の消費量が多くなる。

【0031】その他の更新方法の事例を図8に示す。排出装置6により金属鉄FeおよびスラグSgを炉外へ排出した後、原料塊成物Gの供給に先立ち、炉床材を更新炉床劣化部9aの表面に層状に敷き詰め、安定した金属鉄の製造を継続するものである。この時、排出装置の刃先下端は更新炉床劣化部9aよりやや上に位置しているため、該更新炉床劣化部の表層に滞留する金属鉄FeやスラグSgの一部を除去することはできないが、新たに装入した炉床材により、更新炉床劣化部の上に新たな更新炉床の層を形成し、更新炉床の機能を回復するものである。炉床材の装入は必ずしも連続的である必要はなく、新たな更新炉床の層が形成できた時点で一旦停止してよい。

【0032】更新炉床劣化部の上に積層される新たな更新炉床の層の厚みは特に限定されないが、該更新炉床劣化部の影響を受けないようにするため、2mm以上であることが好ましい。そして、さらなる操業経過と共に更新炉床の劣化が進行した段階で、同様の操作を繰り返せばよい。

【0033】この更新方法の場合、新たな更新炉床の層が形成できた時点で炉床材の装入を停止すれば、炉床材の消費量は少なくて済む。尚、図7の場合と同様、更新炉床の更新操作の際、金属鉄の製造を一旦停止してもよい。

【0034】その他の更新方法としては還元溶融炉の操業中に生じた炉床層表面の窪みに炉床材を充填してもよい。

【0035】更に他の更新方法の事例を図9に示す。排出装置6により金属鉄FeおよびスラグSgを炉外へ排出した後、原料塊成物Gの供給に先立ち、更新炉床劣化部9aの一部または全部を除去し、劣化の少ない、或いは劣化の及んでいない新たな更新炉床面を出現させることにより、更新炉床の機能を回復し、安定した金属鉄の製造を継続するものである。更新炉床劣化部の除去方法は特に限定されず、任意の除去手段（図示はしない）を用いればよい。また排出装置6を用いて更新炉床の劣化



部を除去する場合は、金属鉄FeおよびスラグSgを炉外へ排出すると同時に、更新炉床の劣化部を除去することができる。そして、さらなる操業経過と共に更新炉床の劣化が進行した段階で、同様の操作を繰り返し、更新炉床の厚みが最低限界に達した段階で、新たに炉床材を装入し、所定の更新炉床の厚みに復帰させればよい。また図示しないが、更新炉床劣化部を除去する度に、新たに炉床材を装入し、所定の更新炉床の厚みに復帰させてもよい。

【0036】この更新方法の場合、図8の場合と同様、炉床材の消費量は少なくて済むが、更新炉床の性状あるいは劣化の度合いによっては、例えば劣化が一様でなく、場所によっては更新炉床の深部まで劣化が及んでいる場合など、更新炉床の劣化部を平滑に除去することが困難な場合があり、炉床材の添加が必要となることもある。尚、図7の場合と同様、更新炉床の更新操作の際、金属鉄の製造を一旦停止してもよい。

【0037】図10にその他の更新方法の事例を示す。排出装置6により金属鉄FeおよびスラグSgを炉外へ排出した後、原料塊成物Gの供給に先立ち、更新炉床劣化部9aの一部または全部を除去すると共に、炉床材を該除去表面に層状に敷き詰めることにより、更新炉床の機能を回復し、安定した金属鉄の製造を継続するものである。図9の場合と同様、更新炉床劣化部の除去方法は特に限定されない。また、図8の場合と同様、該除去表面の上に積層される新たな更新炉床の層の厚みは特に限定されるものではないが、残存する更新炉床劣化部の影響を受けないようにするため、2mm以上であることが好ましい。そしてさらなる操業経過と共に更新炉床の劣化が進行した段階で、同様の操作を繰り返せばよい。

【0038】この更新方法の場合、図9の場合と同様、更新炉床の劣化部を平滑に除去することが困難な場合があるが、上部に更新炉床が形成されるので問題がない。

【0039】尚、図7の場合と同様、更新炉床の更新操作の際、金属鉄の製造を一旦停止してもよい。また図9および図10の場合において、更新炉床の劣化部の一部または全部を除去する際、更新炉床の劣化していない部分を含めて除去してもよい。

【0040】更新炉床表層に滞留する金属鉄やスラグの除去、或いは新たな炉床材を更新炉床劣化部の表層に押し込める操作、或いは更新炉床劣化部の除去のための手段として、スクレーパー方式、或いはスクリュウ方式などの排出装置を使用する以外に任意の除去手段、例えばミリングマシンのようなものを用いてもよい。

【0041】また更新炉床の厚さを調整する手段としては特に限定されず、更新炉床表層に滞留する金属鉄やスラグの除去などに用いられる排出装置や劣化した更新炉床の除去に用いられる除去装置、或いは均し装置など、炉内に設置している該装置の下端部（例えば刃先位置など）と更新炉床との間隔を調整することにより更新炉床

の厚さを調整することができる。

【0042】更に前記排出装置や除去手段の昇降方法は特に限定されるものではなく、ジャッキや油圧・空圧シリンダーなどが例示される。

【0043】以上、更新炉床の更新方法の事例を述べたが、更新炉床の機能回復の目的を達成することができれば、ここに例示した方法以外の更新方法を採用してもよく、またこれらの方法を組み合わせてもよい。

【0044】前述のごとく更新炉床は炉内で高温にさらされ、また熔融スラグの浸潤・侵食を受けることになるので、炉床材としては熔融スラグに対する耐食性を有する高融点物質が好ましい。このような炉床材としては、アルミナおよびまたはマグネシアを含む酸化物、あるいは炭化珪素を含むものが例示されるが、このような性質を持つものであれば、その他の物質を用いても良い。本発明においてはこのような炉床材を単体で、或いは2種以上を併用してもよく特に限定されない。また、該炉床材を用いて更新炉床を形成すれば、熔融スラグの侵食による更新炉床の劣化を遅らせることができ、結果として設備の稼働率を高めることができ、また炉床材の消費量を低減することができる。

【0045】更に該炉床材が炭素物質を含むものであれば（耐食性を有する高融点物質と炭素物質を混合した炉床材であれば）、炉内で炭素物質が燃焼することにより、更新炉床は多孔質構造となって、熔融スラグの浸潤に伴う変質膨張を抑制し、平滑な更新炉床表面を長く維持できるようになる。また該多孔質構造は、更新炉床の更新時に、更新炉床の劣化部を除去することを容易にすると共に、更新炉床劣化部を除去する手段、例えば、排出装置の刃先磨耗を低減できるので好ましい。

【0046】高融点物質と炭素物質の配合比率は特に限定されないが、高融点物質：炭素物質との比率は20：80-80：20であることが好ましく、より好ましくは70：30-30：70であることが推奨される。炭素物質の量が少な過ぎると、更新炉床内の気孔が少なく、熔融スラグの浸潤に伴う変質膨張抑制効果が小さくなり、更新炉床の劣化部の除去が容易でなくなる。また炭素物質の量が多過ぎると、更新炉床は所定の強度を発揮できず、また該炭素物質は炉内で燃焼し損耗していくため、炉床材を連続して供給する必要があり、高コストとなり好ましくない。該炭素物質に石炭を用いれば、石炭中の灰分が高融点物質同士を結合させるバインダーとしての効果が加わるので、原料塊成物装入、或いは製品金属鉄およびスラグSgの排出動作に対して、更新炉床は適度な強度を発揮するようになるので更に好ましい。尚、石炭に含まれる灰分のバインダー効果を主として期待する場合は、前記炭素物質の配合比率に限定されることなく、所望するバインダー効果を発揮できる配合比率を選定すればよい。

【0047】また本発明においては、炉床材が焼結促進

剤を含有していても良い。焼結促進剤を炉床材に配合しておけば、前記高融点物質同士を結合させるバインダーとしての効果を発揮するので、原料塊成物装入、或いは製品金属鉄およびスラグの排出動作に対して、更新炉床は適度な強度を発揮するようになるので好ましい。焼結促進剤としてはカオリンなどのシリカ化合物が例示されるが、バインダーとしての効果を発揮するものであれば、その他の物質を用いても良い。

【0048】焼結促進剤の配合比率は特に限定されないが、バインダー効果を発揮できれば良く、通常3～15%程度である。焼結促進剤として例示したシリカ化合物などは、熔融スラグに対する耐食性が低いので、炉床材に多量に配合することは好ましくない。

【0049】炉床材に含まれる前記高融点物質、炭素物質および焼結促進剤の粒度は特に限定されるものではないが、熔融スラグの浸潤を抑制すると共に、原料塊成物装入、或いは製品金属鉄およびスラグの排出動作に耐えるような強度と更新炉床の劣化部を除去する容易さを適度にバランスさせるため、好ましくは平均4mm以下の粒度、より好ましくは平均2mm以下の粒度であることが推奨される。

【0050】図11に示す如く、原料塊成物の供給に先立って更新炉床9上に予め粉状炭素物質を含む雰囲気調整剤を層状に敷き詰めてから、その上に原料塊成物Gを供給してもよい。雰囲気調整剤10を形成しておくことにより、CO<sub>2</sub>やH<sub>2</sub>Oを含む酸化性のバーナー燃焼ガスが原料塊成物G近傍の還元雰囲気阻害することを抑制しつつ、原料塊成物Gの還元・浸炭・熔融を効率よく進めることができると共に、熔融スラグ中に残存するFeO量が低減されるため、更新炉床の浸潤・侵食を抑制することができる。しかも該雰囲気調整剤は原料塊成物G近傍の還元雰囲気を高めた後、炉内で燃焼することにより燃料として寄与することになるので、天然ガスなどのバーナー燃料消費量を低減することができる。また該雰囲気調整剤は、熔融スラグが更新炉床を浸潤することを抑制すると共に、金属鉄FeやスラグSgを更新炉床から離脱することを容易にし、炉外への排出をより円滑にすることができる。

【0051】このような雰囲気調整剤としては、石炭粉やペトロコークス粉やコークスブリーズが例示される。尚、雰囲気調整剤の厚みは特に限定されないが、原料塊成物近傍の還元雰囲気を高め、或いは金属鉄やスラグの排出を円滑にする作用を有効に発揮させるためにはごく薄く敷いておくだけでよく、通常は1～10mm程度でも十分に目的を果たすことができる。また雰囲気調整剤は炉内で燃焼損耗していくので、連続的に供給することが望ましい。

【0052】雰囲気調整剤の粒度は特に限定されないが、好ましくは平均5mm以下、より好ましくは平均2mm以下であることが推奨される。

【0053】炉床材の入れ方については特に限定されないが、炉床を回転させながら、粉体供給装置5を用いて該炉床耐火物上に均一な厚みで敷くことが推奨される。

【0054】また該雰囲気調整剤に前記炉床材を適量配合することにより、更新炉床の劣化部の機能を回復させる効果を持たせることも簡便な方法として推奨される。雰囲気調整剤に配合された炉床材は、炉床の回転と共に排出装置6のところまで移動し、排出装置によって更新炉床劣化部表層に押し込まれることにより、更新炉床の機能を回復するものである。雰囲気調整剤に配合する炉床材の配合比率は特に限定されるものではないが、通常は30～70%であることが望ましい。炉床材の配合比率が少な過ぎれば、更新炉床劣化部の回復効果が薄れることになり、また炉床材の配合比率が多過ぎれば、雰囲気調整効果が薄れることになる。該雰囲気調整剤に炉床材を配合することは必ずしも常時必要でなく、更新炉床の劣化部の機能を回復する時のみ行えばよい。更にこの方法によれば、炉床材と雰囲気調整剤の供給装置を共通にすることができるので、設備コスト・設置スペースを低減できるので好ましい。

【0055】雰囲気調整剤を使ったその他の操業方法を図12に示す。原料塊成物の供給に先立って更新炉床9上に予め粉状炭素物質を含む雰囲気調整剤を2層に敷き詰めてから、その上に原料塊成物Gを供給する。図7に例示するような雰囲気調整剤を用いない操業方法の場合、或いは図11に例示するような雰囲気調整剤を1層に敷く操業方法の場合は、排出装置6の刃先下端がアルミナやマグネシアなど磨耗性の高い高融点物質を含む炉床材から形成される更新炉床表面と常時接触するため刃先の磨耗が著しいが、雰囲気調整剤を2層に形成する場合は、排出装置の刃先は、下側の雰囲気調整剤層の上表面に位置するため、直接磨耗性の高い更新炉床と接触することがなく、刃先の寿命を高めることができ、設備の稼働率を高めることができるようになる。ここで2層形成するとは、操業上の利便性から先ず雰囲気調整剤層を1層敷き、その表面を均した後に、雰囲気調整剤層を更に形成(2層目)することをいう。雰囲気調整剤層を2層にすることで、排出装置の刃先は1層目に敷いた雰囲気調整剤層の表面に位置して操業できるので、直接更新炉床に接触することを防止できる。したがって例えば雰囲気調整剤層が1層であっても、該雰囲気調整剤層を厚く形成し、刃先が更新炉床と接触しない位置であれば、2層にしなくても目的は達成される。また2層にする場合の1層目と2層目の雰囲気調整剤の組成の同異は問わない。

【0056】尚、図示しないが雰囲気調整剤を用いた操業方法による更新炉床の更新方法は、前述のような雰囲気調整剤を使用しない操業方法による更新炉床の更新方法と同様に実施することができる。

【0057】前述のごとく更新炉床の劣化が極端に進行し、肥大金属鉄が冷却ゾーンで冷却固化しきれず、溶鉄のまま排出部に至ることとなり、排出装置によって炉外へ排出することが困難になり、操業を継続することができなくなることがある。この場合、更新炉床表面に冷媒を供給することによって、該溶鉄を固化せしめれば、該溶鉄を排出することができるようになり、操業を継続することができるようになる。本発明において冷媒とは、液体・ガスなどに限らず、アルミナ、マグネシアなどの高融点物質でもよい。例えばアルミナ、マグネシアなどの高融点物質を含む炉床材を該溶鉄部に供給することにより、該溶鉄を冷却固化してもよい。また水スプレー装置を配備し、該溶鉄部に供給することにより、該溶鉄を冷却固化してもよい。

【0058】前述の更新炉床の劣化部の除去の際、更新炉床の性状によっては、除去が容易でないことがあるが、更新炉床を軟化させることによって除去を円滑にすることができる。更新炉床を軟化させる方法は特に限定されないが、バーナー燃焼量を増加させ炉内温度を上げることにより更新炉床温度を上げて軟化させたり、或いは更新炉床を直接加熱する専用のバーナーを配備して更新炉床の温度をあげて軟化させてもよい。この時の更新炉床の温度は特に限定されず、更新炉床の性状によって適宜設定すればよいが、溶融スラグの浸潤が進行した更新炉床の劣化部では、1300～1550℃が好ましく、更に1450～1550℃程度がより好ましい。

【0059】またその他の方法として、更新炉床の融点を低下させる効果を有する添加剤などを更新炉床に供給することにより軟化させてもよい。このような添加剤としては、酸化カルシウム、酸化ナトリウム、炭酸ナトリウム、フッ化カルシウムなどが例示される。

【0060】また更新炉床劣化部の除去容易性を向上させるという観点からは、図13に示すように炉床耐火物8と更新炉床9の間、或いは、該更新炉床とその上に積層される更新炉床との間に、粉状炭素質などの炭材を層状に敷き詰めて炭材層10aを形成しておき、排出装置の刃先部を任意の位置の該炭材層まで降下させて除去してもよい。該炭材層は概ね粉状を維持する脆弱な層であり、この層を境として更新炉床を容易に除去することができる。

【0061】以上のように、原料混合物としてペレット状に形成された原料塊成物を用いて説明してきたが、原料混合物として粉体を用いる場合であっても、上記発明の効果をを得ることができる。

【0062】以下実施例に基づいて本発明を詳述するが下記実施例は本発明を制限するものではなく、前・後記の趣旨を逸脱しない範囲で変更実施することは全て本発明の技術範囲に包含される。

【0063】

【実施例】 実験例1

鉄鉱石と石炭とを含む塊成物（直径約16mm）を図1に示す移動床型還元溶融炉に装入し金属鉄の製造を行なった。炉内雰囲気温度を約1350℃に制御して金属化率が約90%以上となるまで固体還元し、その後溶融ゾーン（雰囲気温度を1450℃）にて溶融を行ない、生成した金属鉄と副生スラグを約1000℃まで冷却して凝固させた後、排出装置によって炉外へ排出した（原料装入から排出まで約12分である。）。得られた粒状金属鉄（直径約10mm）は高い鉄品位（鉄分約97%、炭素約3%）を有していた。

【0064】尚、該塊成物の装入に先立って予め炉床上に炉床材を図示しない副原料装入手段を介して層状に15mmの厚さで敷き詰めて更新炉床を形成した。また該更新炉床上に雰囲気調整剤（1層目、材質：石炭）を敷き詰めて（厚さ2mm）排出装置で均し、更に雰囲気調整剤を敷き詰めて（厚さ3mm）その上に塊成物を供給して操業を行った。冷却・固化の後、金属鉄等は最下流側に設けた排出装置で回収したが、その際、該排出装置の刃先（下端部）は1層目の雰囲気調整剤層表面に位置しており、金属鉄と共に2層目に残留する雰囲気調整剤を排出した。尚、2層目の雰囲気調整剤は原料供給に先立ち常時供給した。また排出装置の刃先を1回/日、更新炉床表面まで降下させて1層目の雰囲気調整剤を排出すると共に更新炉床表面に滞留する金属鉄やスラグを除去すると共に、炉床材を添加して更新炉床劣化部の機能を回復し、再度雰囲気調整剤層を形成して（操業開始時の上記1層目と2層目の雰囲気調整剤と同一）上記と同様の操業を続けた。操業開始から2週間経過後、排出装置の刃先を更新炉床表面から5mmまで降下させて更新炉床の表層劣化部を除去し、再度更新炉床、1層目雰囲気調整剤層、2層目雰囲気調整剤層を形成（操業開始時と同一）して上記と同様の操業を継続した。この実施例では、3週間操業を行なったが安定して連続操業でき、高い稼働率（91%）が得られた。

【0065】比較例

形成した更新炉床・雰囲気調整剤層の除去・更新を行なわなかった以外は上記実施例と同様にして金属鉄の製造を行なった。操業開始から2日後、炉床層の1部表面が軟化すると共に、溶鉄溜まりが形成され、操業を停止して炉床の補修を行なわなければならず、安定した連続操業ができなかった。

【0066】

【発明の効果】本発明は以上のように構成されており、原料混合物の供給に先立って予め炉床耐火物上に炉床材を層状に敷き詰めて更新可能な更新炉床を形成しておき、操業経過と共に、溶融スラグの浸潤を受ける、或いは、金属鉄やスラグが埋めこまれる、或いは、剥離やえぐれによりくぼみを生じるなどして劣化していく更新炉床の劣化部の全部または一部除去する、或いは、新たな炉床材を装入するなどして更新炉床の機能を回復するこ



とによって、炉床の稼働率を飛躍的に高め、金属鉄の長期安定製造を達成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明が適用される円形移動床型還元溶融炉を例示する概略説明図である。

【図2】図1におけるA-A線断面相当図である。

【図3】図1における移動床回転方向に展開して示す断面説明図である。

【図4】更新炉床初期形成状態の概略説明図である。

【図5】通常操作の概略説明図である。

【図6】更新炉床の劣化を示す概略説明図である。

【図7】更新炉床の更新を示す概略説明図である。

【図8】更新炉床の更新を示す概略説明図である。

【図9】更新炉床の更新を示す概略説明図である。

【図10】更新炉床の更新を示す概略説明図である。

【図11】雰囲気調整剤を用いた操作を示す概略説明図である。

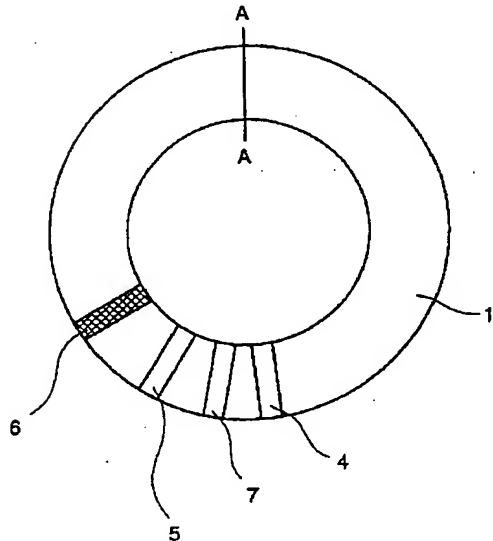
【図12】雰囲気調整剤2層の操作を示す概略説明図である。

【図13】炭材層を用いた更新炉床の除去性向上を示す概略説明図である。

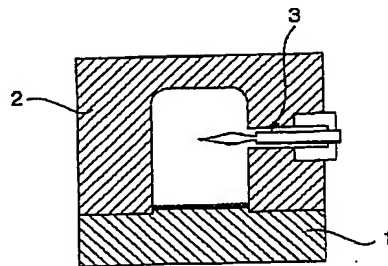
【符号の説明】

- 1 移動炉床
- 2 炉体
- 3 燃焼バーナ
- 4 原料（及び副原料）装入手段
- 5 炉床材装入手段
- 6 排出装置
- 7 雰囲気調整剤装入手段
- 8 炉床耐火物
- 9 更新炉床
- 9a 更新炉床劣化部
- 10 雰囲気調整剤層
- 11 炭材層
- G 原料塊成物
- Fe 金属鉄（粒状鉄）
- Fe<sub>s</sub> 微細粒鉄（残留鉄分）
- Sg スラグ
- Sg<sub>s</sub> 残留スラグ
- C 冷却手段
- Cl 粉状炭素物質
- K 仕切り板
- H ホッパー
- Hm 炉床材

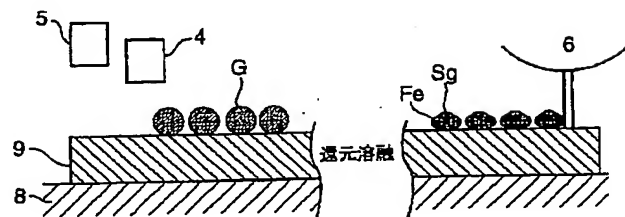
【図1】



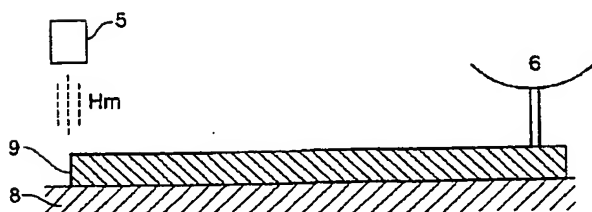
【図2】



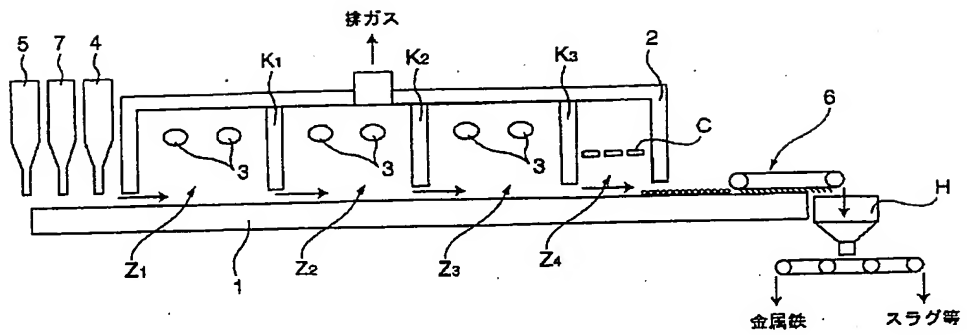
【図5】



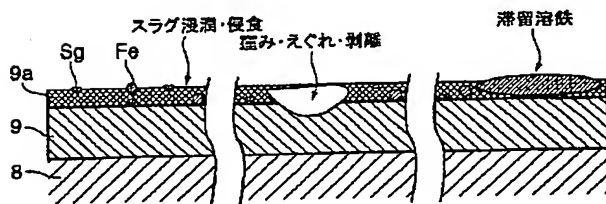
【図4】



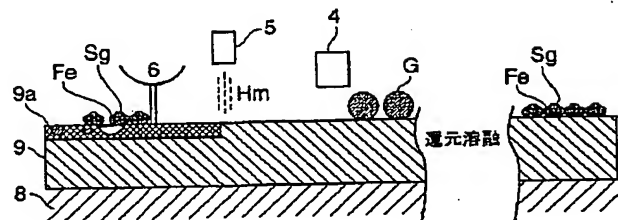
【図3】



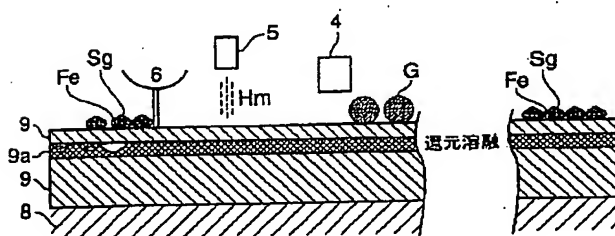
【図6】



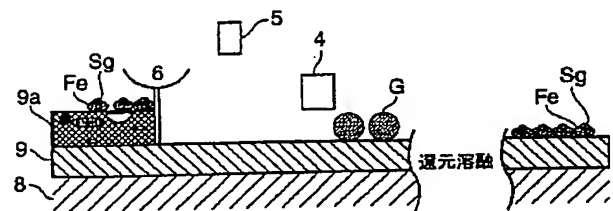
【図7】



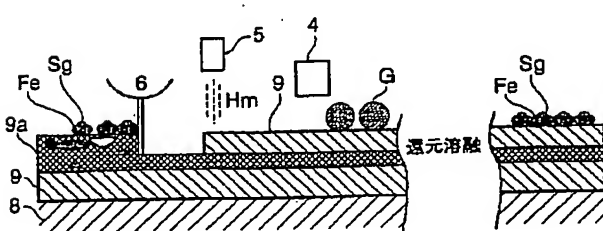
【図8】



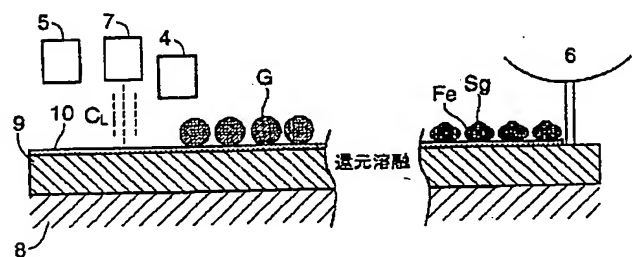
【図9】



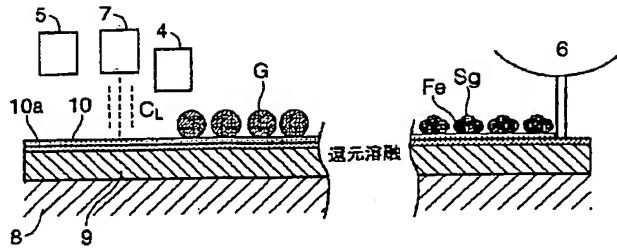
【図10】



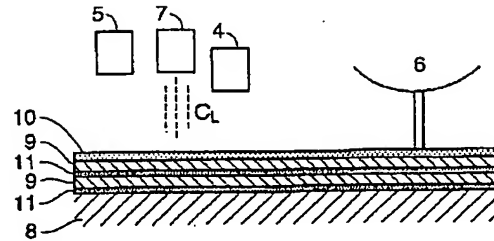
【図11】



【図12】



【図13】



## フロントページの続き

(72)発明者 谷垣 恭広  
 大阪市中央区備後町4丁目1番3号 株式  
 会社神戸製鋼所 大阪支社内

(72)発明者 小林 勲  
 大阪市中央区備後町4丁目1番3号 株式  
 会社神戸製鋼所 大阪支社内

(72)発明者 徳田 耕司  
 大阪市中央区備後町4丁目1番3号 株式  
 会社神戸製鋼所 大阪支社内

(72)発明者 菊池 晶一  
 大阪市中央区備後町4丁目1番3号 株式  
 会社神戸製鋼所 大阪支社内

(72)発明者 伊東 修三  
 大阪市中央区備後町4丁目1番3号 株式  
 会社神戸製鋼所 大阪支社内

Fターム(参考) 4K012 DE03 DE08  
 4K051 AA07 AB05 BB03 BB07 LJ01